

1 Photography

Copyright © 2010-2016 Dr. Heinz Czapla, www.heinzczapla.de
Alle Rechte vorbehalten.
v3 16.8.2016, v2 25.2.2013, v1 19.7.2010

Inhaltsverzeichnis

- 6 Warum Kalibrieren des Monitors?
- 6.1 Vorüberlegungen
- 6.2 Monitor und Kalibrierungsgerät
- 6.3 Farbmodelle und Farbräume in RGB und Lab
- 6.4 Übertragung der Farbräume
- 6.5 Kalibrierung: Eine immerwährende Aufgabe?
- 6.6 Literatur

6 Warum Kalibrieren des Monitors?

6.1 Vorüberlegungen

Nach der Anschaffung einer hochwertigen Fotoausrüstung ist das Budget für die Rechnerausstattung eher eingeschränkt. Nachdem noch nachvollziehbar ist, dass für eine zügige Bildbearbeitung ein leistungsfähiger Prozessor her muss und das letzte Geld für eine große Festplatte ausgegeben wurde, hört man gerne auf die Werbung, die einen Monitor für bereits 199 Euro als Schnäppchen des Jahrhunderts empfiehlt.

Der Monitor ist unser Fenster zur Bilddatei. Wir erwarten von ihm einen unverfälschten Blick auf unser Bild, welches in den Bilddaten enthalten ist. Es gibt Monitore in einer Preisspanne von ganz billig bis über 2000 Euro; Obergrenze: Offen. Der Preis bestimmt sich über die Größe des Bildschirms, insbesondere aber über die Qualität der Farbwiedergabe und die Farbtreue.

Der Streit aus früheren Zeiten, ob eine Bildröhre oder ein LCD-Flachbildschirm bessere Abbildungen bringt, ist heute zugunsten des LCD-Monitors längst entschieden.

Die **Größe eines Bildschirms** wird über die Länge der Bildschirmdiagonalen und das Seitenverhältnis definiert. Für die Bildbearbeitung sind Bildschirmdiagonalen von 21 Zoll und mehr geeignet. Das Bild wird dann groß genug dargestellt, um Bearbeitungen gut beurteilen zu können. Außerdem finden die Anzeigen der Bildbearbeitungsprogramme genügend Raum auf dem Bildschirm, ohne den Platz für das eigentliche Bild zu sehr einzuschränken. Auch können mehrere Bilder oder Bildversionen gleichzeitig angezeigt werden. Das Standard-Seitenverhältnis von 4:3 ist unter diesen Aspekten nicht ganz so gut geeignet. Breitere Bildschirme mit Seitenverhältnissen bis 16:9 sind besser. Die Auflösung eines Bildschirms sollte bei einem Format von 4:3 mindestens 1600x1200 Pixel betragen. Bei den mehr gestreckten Seitenverhältnissen orientiert man sich besser an der Auflösung von HDTV (1920x1080 Pixel, Seitenverhältnis 16:9). Manche Bildschirme lassen sich auch im Hochformat benutzen. Wer über unbegrenzte Mittel verfügt, arbeitet mit zwei Bildschirmen: einer für die Bilddarstellung und ein anderer für die Menüs des Bildbearbeitungsprogrammes.

Die **Farbtreue** beschreibt die Fähigkeit des Bildschirms, die Farben innerhalb eines Farbraumes zutreffend abzubilden. In der Welt des PCs ist das der Farbraum sRGB. Dies liegt daran, dass unter Windows kein **Farbmanagement** stattfindet. Stattdessen wird erwartet, dass *alle* Farben im Farbraum sRGB angegeben sind. Ist dies jedoch nicht der Fall, werden diese Farben falsch angezeigt. Darüber hinaus können an den allermeisten Monitoren die Werte für Helligkeit, Farbesättigung und Kontrast eingestellt werden. **Meistens sind sie verstellt.**

Aus diesen Gründen ist eine **Kalibrierung** des Monitors notwendig. Da sich die Farbdarstellung eines Monitors bereits nach wenigen Betriebsstun-

den wieder verändert, muss die Kalibrierung in regelmäßigen Zeitabständen wiederholt werden.

Die **Qualität der Farbwiedergabe** ist auch davon abhängig, in wie weit die Farbwiedergabe auf der gesamten Bildschirmfläche gleich ist.

Manche Bildschirme werden damit beworben, dass sie in der Lage seien, auch größerer Farbräume als sRGB – z.B. Adobe RGB – darstellen zu können. Dies kann aber nur von speziellen Bildbearbeitungsprogrammen genutzt werden. Wer seine Bilder mit der Windows Bild- und Faxanzeige (Windows-Fotoanzeige in W7) und ihren Verwandten anschaut, ist und bleibt an sRGB gebunden. Andernfalls erlebt man Farbverschiebungen.

6.2 Monitor und Kalibrierungsgerät

Wie man sich leicht vorstellen kann, sind Farbwiedergabe und Farbtreue nicht auf allen Monitoren gleich. Dies ist vor allem auch eine Preisfrage. Billige Geräte – oft auch als Business-Monitore bezeichnet – sind nicht einmal kalibrier-*fähig*, weil sie kaum den sRGB-Farbraum richtig darstellen können. Außerdem sind Farbtreue und Auflösung für die Zwecke der Bildbearbeitung nicht ausreichend.

Auch Monitore in mittlerer Preislage bieten gewöhnlich keine ausreichende Farbtreue und nur selten eine ausreichende Auflösung. Wenn man im Zweifel ist, sollte man eine Bildbearbeitung durchführen und beobachten, wie sich geringfügige Änderungen in Farbe, Sättigung und Kontrast auf dem Monitor darstellen. Oftmals wird man diese nuancierten Änderung nicht angezeigt bekommen. Damit wird die Bildbearbeitung zum Vanbanquespiel. Enttäuschungen beim Druck, der Weitergabe oder z.B. bei der Wiedergabe über einen Beamer sind dann vorprogrammiert.

Für die Bildbearbeitung ausgelegte und geeignete Monitore sind vornehmlich in den oberen und obersten Preissegmenten angesiedelt. Hier findet die Kalibrierung durch externe Geräte statt. Bei noch teureren Monitoren kann die Hard- und Software zur Kalibrierung bereits integriert sein. Bekannte Namen sind Eizo und Quato. Andere Hersteller bemühen sich um einen Einstieg in diesen Markt.

Bei der Nutzungsdauer von Flachbildschirmen ist die Hintergrundbeleuchtung von entscheidender Bedeutung. Üblich sind Leuchtstoffröhren; diese können bei Bedarf von einer Fachwerkstatt ausgetauscht werden. Neuerdings gibt es auch LEDs als Hintergrundbeleuchtung, mit der Folge einer wesentlich längeren Nutzbarkeit – und eines höheren Preises.

Eine Preisfrage

Monitore unter 250 Euro – oft auch als Business-Monitore bezeichnet – sind nicht kalibrier-*fähig*, weil sie weder den sRGB-Farbraum richtig darstellen können, noch über die erforderlichen feinen Regelungseinheiten verfügen.

Auch im mittleren Preissegment ist *farbig* nicht unbedingt *farbtreu* und die Einstellgenauigkeit der Regler fraglich – wenn überhaupt geeignete Regelkreise vorhanden sind. Darüber hinaus ist auch hier die Auflösung oft nicht ausreichend.

Monitore für die professionelle Bildbearbeitung beginnen heute bei ca. 1700 Euro. Hier findet die Kalibrierung durch separat zu erwerbende externe Geräte statt. Bei noch teureren Monitoren kann die Hard- und Software zur Kalibrierung bereits im Lieferumfang enthalten oder im Monitor integriert sein. Bekannte Namen sind Eizo und Quato.

Es gibt heute weltweit nur zwei unabhängige Hersteller von Kalibrierungsgeräten: Datacolor und X-rite. Wir haben im Laufe der Zeit beide Hersteller ausprobiert.

Die preiswerten Geräte können nur Monitore kalibrieren. Bei teureren Versionen ist die Druckerkalibrierung integriert.

Noch eine Preisfrage

Geräte zur Kalibrierung eines Monitors beginnen bei 100 Euro. Ist die Druckerkalibrierung integriert, geht es bei 450 Euro los.

Es gibt auch Kalibrierungsgeräte für 1000 Euro und mehr. Der erweiterte Funktionsumfang und die eventuell noch höhere Genauigkeit haben aber für die Anwendungen eines gewöhnlichen Fotografen kaum Bedeutung.

Bekannte Hersteller von Kalibrierungsgeräten sind Datacolor mit dem Produkt Spyder und X-rite mit dem Colormunki.

Der kleinere Hersteller ist **Datacolor** mit dem Kalibrierungsgerät **Spyder**. Der Spyder wird mittig vor dem Display aufgehängt, die Kalibrierungssoftware gestartet – und ab geht die Post. Die Kalibrierungsdaten werden automatisch richtig abgelegt und für den Monitor und andere Software verfügbar gemacht. Der Spyder arbeitet offenbar mit einem Gel, das mit der

Zeit die Tendenz zum Austrocknen hat – wie wir selbst schmerzhaft erfahren mussten.

X-rite ist der größte Hersteller von Kalibrierungsgeräten weltweit. Die Anwendung auf Monitore und Drucker ist nur eine kleine Facette. Die Prüfung von Farben, Stoffen und vielen anderen Dingen, auf die wir von allein nie kommen würden, ist der eigentliche Broterwerb dieser Firma. Alle anderen Anbieter von Kalibrierungsgeräten (d.h. außer Datacolor) sind entweder im Besitz von X-rite oder benutzen oder stellen X-rite-Produkte in Lizenz her. Das mit dem Spyder vergleichbare X-rite-Produkt ist der **Colormunki**. X-rite arbeitet mit einem Spektralfotometer, so dass mindestens aus dieser Sicht eine Langzeitstabilität besser gegeben ist. Der Colormunki wird ebenfalls mittig vor dem Bildschirm aufgehängt, die Software wird gestartet – und bald ist die Kalibrierung fertig. Die Ablage und Benutzung der Kalibrierungsdaten geschieht ebenfalls automatisch. Da X-rite der Lieferant der bei einigen Eizo-Monitoren separat zu erwerbenden Eizo-Kalibrierungsgeräte ist, verhält sich der Colormunki dort wie die Eizo-Geräte. Dies ist von Vorteil, wenn auch andere Monitore mit demselben Gerät kalibriert werden sollen.

Bei beiden Herstellern gibt es die Möglichkeit zwei Bildschirme simultan zu kalibrieren.

Die hier gemachten Preisangaben für Monitore und Kalibrierungsgeräte stellen lediglich Anhaltspunkte dar und sollen das Gefühl für die Unterschiede stärken. Wie viel man investiert, muss jeder für sich entscheiden. Um Enttäuschungen zu vermeiden, sollte man an die Obergrenze dessen gehen, was man sich leisten kann.

Von einer Kalibrierung ‚nach Augenmaß‘ ist abzuraten. Dabei ist es egal, ob das Optimum mit alleiniger Handeinstellung der Regler am Monitor gesucht wird, oder ob Unterstützung durch von Windows oder Adobe mitgelieferten Softwaretools gegeben wird.

6.3 Farbmodelle und Farbräume in RGB und Lab

Die **Farbdarstellung** auf dem PC erfolgt entsprechend dem **Farbmodell RGB** durch die Überlagerung von Anteilen der Farben Rot, Grün und Blau (R-G-B, Red-Green-Blue) im **Farbraum sRGB**. Dieser und andere RGB-Farbräume können im ersten Quadranten eines dreidimensionalen und rechtwinkligen Koordinatensystems dargestellt werden. Die drei Koordinatenrichtungen werden mit R, G, und B bezeichnet und entsprechen den bekannten Farbkanälen.

Jedes RGB-Gerät – wie z.B. Digital-Kamera, Monitor oder Drucker – hat seinen **eigenen Farbraum** und kann nur Farben reproduzieren, die im jeweiligen **Farbumfang** vorhanden sind. Beim Verschieben von Bildern zwischen Geräten können sich die Bildfarben ändern, da jedes Gerät die RGB-Werte entsprechend dem eigenen Farbraum interpretiert. Die RGB-Werte geben also an, welche Mengen der Farben Rot, Grün und Blau notwendig

Das Farbmodell RGB und die Farbräume sRGB und Adobe RGB

Bei einer Farb-Tiefe von 8bit ergeben sich pro Kanal 256 unterschiedliche Farben (d.h. $2^8 = 256$), der Wertebereich geht also von 0 bis 255. Jede Mischfarbe kann durch ihre Achsabschnitte r , g , und b definiert werden.

So hat die Farbe *Schwarz* (d.h. *keine Farbe*) die Koordinatenwerte $(r;g;b) = (0;0;0)$ und findet sich im Koordinaten-Ursprung.

Weiß als Mischung von Rot, Grün und Blau in gleichen Teilen hat die Koordinatenwerte $(r;g;b) = (255;255;255)$ und stellt den größtmöglichen Wert dar.

Das *mittlere Grau*, auf das jeder Belichtungsmesser geeicht ist, hat den Wert $(r;g;b) = (120;120;120)$.

Auf der Raumdiagonalen ist also der Farbverlauf schwarz-grau-weiß angeordnet. Alle anderen Farben liegen außerhalb der Raumdiagonalen.

Bei einer Farb-Tiefe von 16bit ergeben sich 65.536 (d.h. 2^{16}) Farben pro Kanal. Bei den Bildbearbeitungsprogrammen wird aber in jedem Fall auf 256 normiert. Dies bedeutet, dass in der Steuerung der Bildprogramme auch bei 16bit Farbtiefe pro Farbkanal nur zwischen 256 Farben unterschieden werden kann. Dies erweist sich in der Praxis aber nicht als Einschränkung, weil das menschliche Auge sowieso nicht mehr als 150 Schattierungen einer Farbe unterscheiden kann. Insbesondere bleibt natürlich die größere Differenzierung in den Farbdaten der Bilddatei erhalten.

Außerdem sollte bedacht werden, dass viele Kameras – obwohl sie im 16bit-Modus betrieben werden – diesen nicht ausnutzen. Stattdessen werden die Bilddaten in 10bit, 12bit oder anderen Werten abgelegt. Unter diesen Umständen wird ein Teil des belegten Speicherplatzes der Bilddatei verschenkt.

Beim Übergang auf andere RGB-Farbräume wird ebenfalls in jedem Farbkanal auf 256 normiert.

Bei **allen Farbtiefen und Farbräumen** ist also Schwarz immer gleich $(0;0;0)$, ebenso Weiß $(255;255;255)$.

In **demselden Farbraum** bezeichnen alle anderen möglichen Wertekombinationen – unabhängig von der Farbtiefe – immer dieselbe Farbe.

Bei **unterschiedlichen Farbräumen** haben Schwarz und Weiß zwar weiterhin die bekannten Werte, alle anderen Wertekombinationen bezeichnen aber unterschiedliche Farben. Dies erfordert beim Übergang auf einen anderen Farbraum besondere Überlegungen.

sind, um innerhalb eines bestimmten Farbraumes eine ausgewählte andere Farbe darzustellen. Diese individuellen Werte können aber nicht unbedingt auf andere Geräte übertragen werden.

Im Farbmodell RGB gibt es also sehr viele unterschiedliche Farbräume. Dies sind nicht nur die bekannten Farbräume wie z.B. sRGB und Adobe RGB. Vielmehr kommen alle Eingabegeräte (z.B. Kamera oder Scanner) und Ausgabegeräte (z.B. Monitore und Drucker) mit ihren modellabhängigen eigenen RGB-Farbräumen.

Um eine Übertragung z.B. von Kamera auf Monitor – und eventuell weiter auf Drucker – trotzdem durchführen zu können, wird das Lab-Farbmodell als unabhängige Referenz benutzt.

Das **Lab-Farbmodell** lässt sich ebenfalls in einem dreidimensionalen und rechtwinkligen Koordinatensystem darstellen. Die Abkürzung Lab steht symbolisch für die Benennung der drei Koordinatenrichtungen. Auf der vertikalen Koordinate ist die **Luminanz** (*Lightness, Helligkeit*) aufgetragen, auf den beiden horizontalen Koordinaten die **Farbwerte *a* und *b***. Dabei entspricht die Koordinate *a* einer Farbachse von Grün nach Rot, die Koordinate *b* entspricht einer Farbachse von Blau nach Gelb.

Vom Lab-Modell heißt es, dass es der menschlichen Farbwahrnehmung entspricht. Dasselbe wurde allerdings auch schon über das RGB-Modell gesagt, weil dies die Wirkung der Farbrezeptoren im menschlichen Auge nachempfinden würde. Gemeint ist wohl in beiden Fällen, dass diese Farbmodelle nur die für das menschliche Auge sichtbaren Farben abbilden.

Das Lab-Farbmodell ist die meistbenutzte Variante eines geräteunabhängigen Farbmodells. Es ist ein mathematisches Modell und liefert keine Farbwerte im eigentlichen Sinn. Die Werte sind daher weniger intuitiv als die anderer Farbmodelle.

Der **Lab-Farbraum** entspricht vereinfacht einer Kugel mit dem Mittelpunkt auf der vertikalen Achse (Luminanz) des dreidimensionalen Koordinatensystems. Dabei ist der Lab-Farbraum nicht nur umfangreicher als die RGB-Farbräume, sondern auch grösser als alle anderen Farbräume. Dies prädestiniert den Lab-Farbraum als Referenz.

RGB-Farbräume können in den Lab-Farbraum transformiert werden und umgekehrt. Da stellt sich die Frage, warum nicht gleich von vornherein alles im Lab-Modus speichern und die Daten auch so bearbeiten? Dies wäre tatsächlich möglich. Allein Bequemlichkeit und Gewohnheit sprechen dagegen. Insbesondere weil die Kodierung im Lab-Modus nicht der üblichen Farberzeugung entspricht, lässt sich dieses Modell kaum intuitiv benutzen. RGB entspricht dagegen viel besser den uns geläufigen Farben, wie sie von den typischen Ausgabegeräten eingesetzt werden.

Vorgaben für die Kalibration: Monitorweißpunkt und Gammawert

Der **Weißpunkt** eines Monitors beträgt für fotografische Anwendungen 6500° Kelvin (D65). Häufig wird als Kompromiss mit anderen Anwendungen 5700° Kelvin gewählt.

Der **Gammawert** beträgt für Mac und PC immer 2,2 (für Mac früher 1,8). Von anderen Werten wird dringend abgeraten.

Das Lab-Farbmodell und der Lab-Farbraum

Der Lab-Farbraum entspricht einer Kugel mit dem Mittelpunkt auf der vertikalen Achse eines dreidimensionalen, rechtwinkligen Koordinatensystems. Für die praktische Anwendung sind Koordinatentransformation und Maßstabsanpassung erforderlich, die hier aber nicht weiter erörtert werden sollen.

Auf der vertikalen Achse ist die Luminanz (**L**) aufgetragen. Die Werte reichen von 0 bis 100. Der Mittelpunkt der Kugel liegt auf dem Wert 50.

In den beiden horizontalen Richtungen erstrecken sich die Rot-Grün-Achse (**a**) und die Blau-Gelb-Achse (**b**). Für die Einstellung in Bildbearbeitungsprogrammen reichen ihre Wertebereiche jeweils von -128 bis +127. Es stehen also auf jeder dieser beiden Achsen 256 Werte (einschließlich Null) zur Verfügung. Wir ahnen bereits, dass dies speichertechnische Gründe hat und einer symbolischen Bit-Tiefe von 8bit pro Achse (entsprechend pro Kanal bei RGB) geschuldet ist.

Die Farbe *Schwarz* (d.h. *keine Helligkeit*) liegt auf dem Südpol der Kugel und hat die Werte $(L;a;b) = (0;0;0)$.

Die Farbe *Weiß* (d.h. *größtmögliche Helligkeit*) liegt auf dem Nordpol der Kugel, mit den Werten $(L;a;b) = (100;0;0)$.

Das *mittlere Grau* (Belichtungsmesser) liegt im Kugelmittelpunkt mit $(L;a;b) = (50;0;0)$.

Man kann zwar manchmal lesen, dass der Lab-Farbraum ausschließlich eine Tiefe von 16bit/Achse hat. Das ist allerdings ein Irrtum. Er ist genauso gut in 8bit/Achse zu definieren, dann allerdings mit einer geringeren Anzahl darstellbarer Farben. Wie bei den RGB-Farbräumen ist bei der Bedienung der Bildbearbeitungsprogramme auf je 256 Farben pro Farbachse a und b normiert - unabhängig von der tatsächlichen Bit-Tiefe.

6.4 Übertragung der Farbräume

Wir haben nun zwar die Ursache für die Vielfalt der RGB-Farbräume verstanden und wir haben uns auf den Lab-Farbraum als Referenz-Farbraum geeinigt. Allerdings besteht bis jetzt noch keine Klarheit darüber, wie der Übergang zwischen RGB und Lab stattfinden könnte.

An dieser Stelle kommen die **ICC-Farbprofile** ins Spiel (*International Color Consortium*). Vereinfacht ausgedrückt, legt ein ICC-Profil fest, welcher RGB-Wert welchem Lab-Wert entspricht.

Eine Digital-Kamera fügt z.B. jeder Bilddatei ein ICC-Profil bei, das oft auch als Kamera-Profil bezeichnet wird. Die RGB-Daten der Kamera werden also zunächst mit Hilfe des Kamera-Profiles nach Lab gewandelt. Für den Monitor gibt es auf dem PC ebenfalls ein ICC-Farbprofil. Dieses Monitor-Profil wird nun benutzt, um die Lab-Daten für die farbrichtige Ausgabe als sRGB-Daten auf dem Monitor umzurechnen.

Der ganze Vorgang ist ein Teil des **Farbmanagement**, kurz **CMS** (*Color Management System*). Sein Ziel ist es, Farben auf unterschiedlichen Medien möglichst gleich darzustellen. Unter Windows wird dafür der Begriff **ICM** (*Image Color Management, Integrated Color Management*) verwendet. Die Dateien mit den ICC-Profilen können unter Windows die Suffixe ICC oder ICM haben, was die Übersichtlichkeit nicht gerade erhöht.

Photoshop fragt, wir antworten:

Bei den Voreinstellungen kann der **Farbraum**, der für die Bildbearbeitung genommen werden soll, gewählt werden; wir wählen **Adobe RGB**.

Wenn beim **Öffnen** einer Bilddatei zur Bearbeitung festgestellt wird, dass diese Datei einen anderen Farbraum hat als in der Voreinstellung festgelegt, wird gefragt, ob dieser **andere Farbraum beibehalten** werden soll. Wir antworten mit **JA**.

Wenn beim **Abspeichern** einer Bilddatei gefragt wird, ob das **Kamera-Profil eingebettet** werden soll, antworten wir mit **NEIN**. Allerdings sollte man prüfen, wie es zu dieser Frage überhaupt kommen konnte.

In **keinem Fall** wählen wir, dass gar **kein Farbprofil** eingebettet werden soll!

Merke: Eine Bilddatei, die was auf sich hält, hat immer ihr ICC-Profil dabei!

Hinweis: Antworten meistens zutreffend für einen gewöhnlichen Fotografen.

Bei der Bildbearbeitung kommt es immer wieder vor, dass Bilder von einem Farbraum in einen anderen umgerechnet werden müssen. Eine Umrechnung in einen größeren Farbraum ist meistens unsinnig (Ausnahme: Lab). Der umgekehrte Fall ist häufiger, z.B. von Adobe RGB auf sRGB. Eine solche Umrechnung findet vorteilhaft immer erst zu Ende der Bildbearbeitung statt. Der Bereich, in dem sich Quell- und Zielfarbraum decken, ist eher unkritisch. Fraglich ist allerdings, was mit den Farben gemacht werden soll, die im Zielfarbraum nicht darstellbar sind. Man spricht in diesem Zusammenhang von **Umsetzungsprioritäten (Rendering Intents)**. In den meisten Farbmanagementsystemen stehen vier Umsetzungsprioritäten zur Verfügung: **Sättigung, relativ farbmétrisch, absolut farbmétrisch und perzeptiv**.

Für den fotografischen Alltag kommen in unserem Zusammenhang nur *relativ farbmétrisch* und *perzeptiv* in Frage.

Bei der Priorität **relativ farbmétrisch** bleiben die im Quell- wie Zielfarbraum gleichermaßen vorhandenen Farben unverändert. Quellfarben, die außerhalb des Zielfarbraumes liegen, werden mit der nächstliegenden Farbe des Zielfarbraumes abgebildet. Leuchtende Farben bleiben leuchtend.

Die Priorität **perzeptiv** – oft auch als **wahrnehmungsgetreu** oder **fotografisch** bezeichnet – versucht den Farbeindruck insgesamt soweit wie möglich zu erhalten. Dazu werden die Farbrelationen weitgehend beibehalten. Als Konsequenz wirken die Farben u.U. etwas matter.

Unsere Umsetzungsprioritäten:

Sowohl bei der Voreinstellung in Photoshop als auch beim Drucken wählen wir **relativ farbmétrisch**.

Im Einzelfall kann beim Drucken mit **perzeptiv** gespielt werden.

Von uns nicht verwendete Umsetzungsprioritäten:

Die Priorität **Sättigung** ist für Businessgrafiken gedacht. Bei fotografischen Inhalten kann sie zu dramatischen Farbverfälschungen führen.

Die Priorität **absolut farbmétrisch** wirkt zunächst wie *relativ farbmétrisch*. Allerdings wird der Weißpunkt verschoben. Hierdurch ergibt sich ein leichter Farbstich. Mögliche Anwendung liegen in der Druckvorstufe – für uns kein Thema.

Es soll hier noch erwähnt werden, dass nicht alle Bildbearbeitungsprogramme die ICC-Profile auswerten, geschweige denn weitergeben. Dies gilt insbesondere für Programme für den Heimanwender.

Desweiteren sollten wir uns immer bewusst sein, dass wir die Farben auf unserem Monitor immer im sRGB-Farbraum sehen (einzige Ausnahme: Adobe RGB fähiger Monitor und entsprechende Bildbearbeitungssoftware). Auch wenn der Farbraum, in dem wir unsere Bilder bearbeiten, noch so groß ist, so sehen wir auf dem Monitor doch nur die Farben im Farbraum und Farbumfang von sRGB. Aber *welche* Farben wir sehen, das ist eine Folge der Monitor-Kalibrierung.

6.5 Kalibrierung: Eine immerwährende Aufgabe?

Wie wir gesehen haben, hat jedes Eingabe- und jedes Ausgabegerät seinen eigenen Farbraum. Obwohl sie alle das RGB-Farbmodell benutzen, sind die Farbräume doch nicht deckungsgleich. Dies wird durch den Lab-Farbraum als Referenz und mit den ICC-Farbprofilen ausgeglichen. Die ICC-Farbprofile sind das Ergebnis von entsprechenden Kalibrierungen. Ob und wie oft diese Kalibrierungen wiederholt werden müssen, hängt davon ab, wie zeitstabil die Eingabe- bzw. Ausgabegeräte sind.

Der Bildsensor einer **Kamera** z.B. ist langzeitstabil. Das in die Kamera-Software eingearbeitete ICC-Profil behält ein ganzes Kameraleben lang seine Gültigkeit. Da auch die Fertigungsstreuungen relativ gering sind, besteht kaum Bedarf nach einem individuellen Kamera-Profil. Dies wäre auch nicht einfach zu beschaffen, da für jede Lichtsituation ein eigenes ICC-Profil erstellt werden müsste. Individuelle Kamera-Profile kommen am ehesten für kontrollierte Lichtbedingungen infrage, wie sie bei der Studio-Fotografie herrschen. Dies besonders, wenn vorgegebene Farben exakt wiedergegeben werden müssen.

Am anderen Ende der Skala – also bei den kalibrierungsmäßigen Wackelkandidaten – finden sich Monitor und Drucker.

Der **Monitor** benötigt schon allein wegen der gegebenen Verstellmöglichkeiten für die Farbdarstellung eine wiederholte Kalibrierung. Aber auch aus technischen Gründen ändert ein Monitor schon nach relativ kurzer Betriebszeit seine Farbdarstellung und bedarf einer erneuten Kalibrierung. Je nach den Betriebsbedingungen und den Ansprüchen an die Farbtreue ist eine monatliche Neu-Kalibrierung eine gute Idee. Die Anwendung des gültigen Profils erfolgt automatisch durch das Farbmanagement.

Darüber hinaus ist der Farbeindruck des Monitors vom Umgebungslicht abhängig. Der Monitor sollte in einem Raum ohne direktes Sonnenlicht oder in einem abgedunkelten Raum stehen. Wände und Decke sollten weiß sein. Farben im Raum sind zu vermeiden; dies gilt auch für die Kleidung der vor dem Monitor sitzenden Person.

Bei einem **Drucker** liegen die Einflüsse auf die Farbdarstellung nicht nur bei den individuellen Eigenschaften des Druckers allein. Hier wirken vor allem die Verbrauchsmittel. Die Eigenschaften der Tinten können sich ohne Ankündigung des Herstellers ändern. Die Papiere haben unterschiedliches Weiß, unterschiedliche Saugfähigkeit, Papierstruktur und Papieroberfläche. Für alle möglichen Kombinationen von Tinte und Papier benötigt man eigene ICC-Profile. Selbst wenn man – wie angeraten – nur bei einer Tinte bleibt, muss man für jede verwendete Papiersorte ein separates ICC-Profil erstellen (näheres im Kapitel über Fine Art Print). Diese ICC-Profile beinhalten dann auch die individuellen Drucker-Eigenschaften. Namhafte Papierhersteller stellen auf ihren Websites druckerbezogene ICC-Profile für ihre Papiere zur Verfügung. Diese Profile sind jedoch nur ein Behelf, da sie die individuellen Eigenschaften des Druckers vor Ort nicht berücksichtigen können. Die Papiersorte und das gültige Profil müssen im Druck-Dialog angegeben werden. Der Vorgang bedarf großer Sorgfalt, da fehlerträchtig.

Auch ein **Scanner** muss kalibriert werden. Dies geschieht mit Hilfe sogenannter Targets. Das sind Scan-Vorlagen, also je nach Scanner-Typ Aufsicht- oder Durchsicht-Bilder. Bei Durchsicht-Bildern gibt es für einige Filmtypen separate Targets. Da die Targets genau definierte Farben enthalten, erkennt geeignete Scan-Software selbst, wo Abweichungen vorliegen. Ein externes Kalibrierungsgerät ist also nicht erforderlich. Der Scanner sollte bei Beginn jeder Sitzung neu kalibriert werden, also normalerweise täglich. Das Farbmanagement sorgt automatisch für die Anwendung des richtigen ICC-Profiles.

Was nun die eingangs gestellte Frage betrifft, so kann man zumindest bezüglich **Monitor, Drucker und Scanner** sagen:

Ja, Kalibrierung ist eine immerwährende Aufgabe!

6.6 Literatur

- [1] Tally, Taz: SilverFast: The Official Guide. Sybex Inc., 2003
- [2] Gray, Tim: Farbmanagement für Fotografen. dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2005
- [3] Steinmüller, Bettina, Steinmüller, Uwe: Die digitale Dunkelkammer. dpunkt- Verlag, Heidelberg, 2007
- [4] Verwenden von Adobe Photoshop CS4. Adobe Systems Incorporated, Part Number 91000989 (10/2008), in weiten Bereichen auch anwendbar für neuere Photoshop-Versionen
- [5] Krell, Ron: Color Management unkompliziert! Seminar, Profoto GmbH, Darmstadt, 28.09.2009
- [6] Mühlke, Sibylle: Adobe Photoshop CS6 und CC. Das umfassende Handbuch. Edition Page, Rheinwerk Verlag, Bonn, 2016